

и т. д. См «Р. Р.» куда надо внести понятие В. Д. Кузнецова об условности $K, \frac{\text{кгс}}{\text{мм}^2} = K, \frac{\text{кгс} \cdot \text{м}}{\text{см}^6}$

Р.С. Дорогой Валентин Кузьмич!

Я Вас не забываю и очень ценю. Я поздравляю вас и всю кафедру с новым учебным годом и через вас шлю эту беседу. Я хвораю многогранно и непрерывно и выхожу из строя, но борюсь. И эта беседа - попытка оживления.

Ваш



А. Бершадский

УДК 674.05:621.9

Полякова Т.В., Новоселов В.Г.

(УГЛТУ, г.Екатеринбург, РФ) nauka-les@yandex.ru

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРИОДА СТОЙКОСТИ ДЕРЕВОРЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА ПО КРИТЕРИЮ «ТОЧНОСТЬ ОБРАБОТКИ»

В статье рассмотрено влияние степени износа режущего инструмента на точность обработки при продольном фрезеровании древесины. Определена наработка до отказа по данному критерию качества продукции. Предложены формулы для расчета гамма-процентного периода стойкости режущего инструмента. Период стойкости режущего инструмента зависит от вида и режимов обработки: толщины срезаемого слоя, скорости резания, и допуска на размер детали. Данная методика определения периода стойкости может быть использована при расчетах в случае жестких требований по точности обработки деталей.

Введение. Период стойкости режущего инструмента является важнейшим эксплуатационным показателем, влияющим на технико-экономическую эффективность производства. Он определяет расход инструмента, затраты на его подготовку и обслуживание, а также – качество обработки деталей. В современной технической литературе период стойкости дереворежущего инструмента назначается в зависимости от износостойкости его режущей части и свойств материала обрабатываемой детали [1,2]. Он назначается без учета величины припуска (толщины срезаемого слоя), скорости резания и допускаемого отклонения размеров обработанной детали. Например, стальным ножам цилиндрических сборных фрез для фрезерования массивной древесины период стойкости назначается от 8 до 10,4 часа.

Основная часть. В процессе механической обработки древесины происходит изнашивание режущего инструмента, которое определяется постепенным изменением начальной микрогеометрии резца, образованной в процессе заточки. Изнашивание может быть разных видов: механическое, абразивное, тепловое, окислительное, электрохимическое (коррозия), электрическое (эрозия) и причины, приводящие к изнашиванию контактных поверхностей резца. Происходит изменение структуры металла, которое приводит к уменьшению его прочности и твердости. Лезвие режущего инструмента затупляется, т.е. изменяется начальная микрогеометрия резца, за счет выкрашивания и

сминания режущих кромок и стирания тех участков, которые соприкасаются с древесиной.

Во время работы резца от его тела в зоне, как передней, так и задней грани отрываються частицы металла, в результате чего поперечное сечение резца плоскостью нормальной к режущей кромке, представляет собой клин с округленной вершиной и изношенными до той или иной степени задней и передней гранями. Считаем кривую округления дугой окружности, радиус которой является показателем остроты резца $\rho_0 = 4 \dots 10$ мкм.

Для получаемых продольным фрезерованием профильных деталей ГОСТ 8242-88 [3] определяет две группы требований к качеству изделий: требования по состоянию исходного материала (наличие пороков, влажность древесины) и требования по качеству обработки (геометрическая точность размеров и формы изделия и шероховатость обработанной поверхности).

При изнашивании в первую очередь теряется точность обработки. Основным, определяющим точность обработки, является фактическое положение плоскости резания. Считается, что она проходит через центр окружности, вписанной в фактическую режущую кромку лезвия (рис. 1).

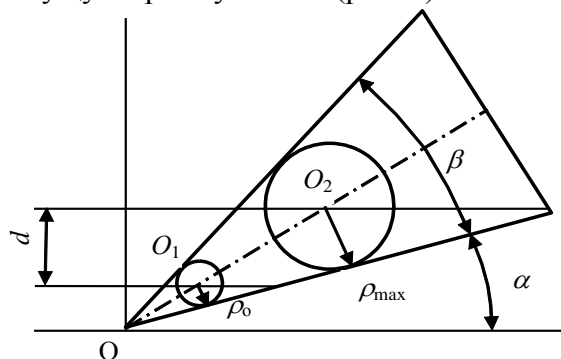


Рис. 1. Схема к расчету положения плоскости резания

В процессе фрезерования деревянных заготовок лезвия монотонно изнашиваются, затупляются, укорачиваются по биссектрисе угла заточки лезвий β . В результате радиус вписанной окружности увеличивается до $\rho_{\max} = 30 \dots 60$ мкм и более, а ее центр перемещается по биссектрисе угла заточки. Соответственно смещается на величину d и поверхность обработки. Оценим точность обработки коэффициентом запаса точности по ГОСТ 27.202-83[4].

$$K_z(t) = 0,5 - K_c(t) - 0,5K_p(t), \quad (1)$$

где $K_c(t)$ – коэффициент смещения;
 $K_p(t)$ – коэффициент мгновенного рассеяния.

$$K_c = \frac{|\bar{X}(t) - X_0|}{\delta}, \quad (2)$$

где $\bar{X}(t)$ – среднее значение контролируемого параметра в момент времени t ; X_0 – значение параметра, соответствующее середине поля допуска.

$$K_p(t) = \frac{\omega(t)}{\delta}, \quad (3)$$

где $\omega(t)$ – поле рассеяния контролируемого параметра в момент времени t ; δ – допуск на контролируемый параметр.

В соответствии с ГОСТ 27.202-83 должно выполняться условие:

$$K_z(t) > 0. \quad (4)$$

В предельном случае отказа по точности примем, что коэффициент запаса точности $K_3(t) = 0$, исходя из начальной настройки станка на совмещение среднего значения размера детали с серединой поля допуска и принимая поле рассеяния размера детали не более половины поля допуска, получим:

$$d = \bar{X}(t) - X_0 = 0,25\delta. \quad (5)$$

Нормы точности на станки для продольного фрезерования древесины [5,6] допускают разноразмерность обработанных деталей в пределах 0,1...0,2 мм, следовательно, смещение d не должно превышать 25...50 мкм при односторонней обработке и 12,5...25 мкм – при двухсторонней.

В работе [7] получена формула для определения средней наработки до отказа по параметру качества продукции «точность» - среднего периода стойкости инструмента по данному критерию T_1 :

$$T_1 \approx \frac{16,7\bar{d}}{\gamma_{\Delta} n l (e - \varepsilon_o)}, \quad (6)$$

где γ_{Δ} - интенсивность изнашивания - величина затупления режущей кромки (мкм/м); n - частота вращения инструмента (мин^{-1}); l - длина дуги контакта лезвия с древесиной за время срезания одной стружки (мм); ε_o относительная остаточная деформация под поверхностью резания; e - вспомогательная величина

$$e = \frac{\sin(\alpha + \beta / 2)}{\sin(\beta / 2)}. \quad (7)$$

Результаты расчетов средней наработки до отказа по формуле (6) для станков различного назначения при интенсивности изнашивания материала инструмента $\gamma_{\Delta} = 0,001$ мкм/м, заднем угле $\alpha = 20^\circ$, угле заточки $\beta = 60^\circ$, частоте вращения фрезы $n = 6000 \text{ мин}^{-1}$ приведены в таблице 1 для указанных исходных данных.

Таблица 1

Тип станка	Обработка	Допуск, мм	Максимальная толщина срезаемого слоя, мм	Диаметр окружности резания, мм	Допускаемое смещение поверхности обработки, мм	Средняя наработка до отказа, час
Рейсмусовый	Односторонняя	0,15	3,0	130	0,075	12,11
Строгальный четырехсторонний	Двухсторонняя	0,20	1,5	130	0,025	5,71

Как видно, рекомендуемому периоду стойкости инструмента [1,2] удовлетворяет средняя наработка до отказа по критерию «точность» при фрезеровании только на рейсмусовом станке. Учитывая, что средняя наработка до отказа достигается с вероятностью около 0,5, можно предположить, что примерно половина всех изготовленных за это время деталей будет иметь размеры, не соответствующие конструкторской документации.

Для снижения процента брака необходимо использовать в качестве установленного периода стойкости инструмента не среднюю, а гамма-процентную наработку до отказа, например, 80-процентную:

$$t_{0,8} = T_1 - 0,841\sigma_t, \quad (8)$$

где σ_t - среднее квадратическое отклонение наработки до отказа.

Принимая нормальное распределение наработки до отказа, а также, что весь диапазон значений наработки до отказа равен удвоенному среднему значению, и что верна гипотеза «трех сигм», получим значения 80-процентной наработки до отказа для деталей различного назначения, приведенные в таблице 2.

Таблица 2

Тип станка	80-процентная наработка до отказа, час
Рейсмусовый	8,71
Строгальный четырехсторонний	4,11

Расчеты по приведенным формулам дают результаты, близкие к опытным значениям, в то время как рекомендуемые в литературе периоды стойкости могут быть завышены в 2 и более раз, что может приводить к браку продукции по критерию «точность».

Заключение

1. Гамма-процентный период стойкости дереворежущего инструмента по критерию «точность» зависит от вида, режимов обработки: толщины срезаемого слоя, скорости резания, и допуска на размер детали.

2. Данная методика определения периода стойкости может быть использована при расчетах в случае жестких требований по точности обработки деталей.

Библиографический список

1. Справочное пособие по деревообработке / Кислый В.В., Щеглов П.П., Братенков Ю.И. и др. – Екатеринбург: БРИЗ, 1995.- 558 с.
2. Справочник по дереворежущему инструменту/ Глебов И.Т., Неустроев Д.В. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. акад., 2000. – 253 с.
3. ГОСТ 8242-88 Детали профильные из древесины и древесных материалов для строительства. Технические условия. [Текст]. М.: ИПК Изд-во стандартов, 2002. - 11с.
4. ГОСТ 27.202-83. Надежность в технике. Технологические системы. Методы оценки надежности по параметрам качества изготавливаемой продукции. [Текст]. Введ. 1984-07-01. М.: Изд-во стандартов, 1984. 50 с.
5. ГОСТ 7315-83. Деревообрабатывающее оборудование. Станки строгальные четырехсторонние. Нормы точности. [Текст]. М.: Изд-во стандартов, 1983. - 9 с.
6. ГОСТ 7228-75. Деревообрабатывающее оборудование. Станки рейсмусовые. Нормы точности. [Текст]. М.: Изд-во стандартов, 1986. - 7с.
7. Новоселов В.Г. Физический метод расчета надежности технологической системы деревообработки по параметру качества продукции «точность» [Текст]/ В.Г.Новоселов, И.Т.Глебов// Надежность и качество: материалы международного симпозиума, Пенза, 25-31 мая 2006 г. / Пензенский гос. техн. ун-т. – Пенза, 2006. - С. 276-278

УДК 62-85:539.319

Раевская Л.Т.

(УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ) smtm@usfeu.ru

КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ПО НАДЕЖНОСТИ ПНЕВМОМОТОРОВ

Приведены обобщенные данные по аксиально-поршневым пневмомоторам ДАР, их надежности, параметрам, особенностям конструкции и области применения. Проведенные исследования необходимы так же для оценки возможности применения пневмомоторов данного класса в инструментах, машинах и оборудовании лесного комплекса и деревообрабатывающей промышленности.

Основные работы, связанные с совершенствованием конструкции пневмомоторов, повышением их надежности, долговечности, ремонтпригодности, а также с исследованием моторов как сложной газо-механической динамической системы сводились, к трем главным аспектам.

1. Совершенствованию конструкции пневмомоторов с целью повышения их качества, надежности, долговечности и улучшения санитарно-гигиенических и экологических характеристик [1-3];

2. Изучению и оценке нагруженности пневмомоторов, как основы для прочностного и усталостного расчета их узлов и деталей [4-5];

3. Теоретическому исследованию процессов (газодинамических, механодинамических), протекавших в пневмомоторах, и влияющих на них режимов работы и отдельных конструктивных параметров [6-7].

Исследования показали, что в зависимости от назначения, режимов эксплуатации, последствий отказов и способности к восстановлению, машины, разработанные в институте НИПИГормаш по критерию номенклатуры показателей надежности могут быть отнесены к пяти группам [8].

Машины, на которых в качестве приводного двигателя используются пневмомоторы ДАР относятся к группе Б. Основные показатели надежности: вероятность безотказной работы, среднее время восстановления работоспособного состояния и средний ресурс до капитального ремонта [9].

Сами же пневмомоторы в соответствии с предложенной классификацией относятся к подгруппе Др ("Ремонтируемые сборочные единицы») группы Д («Сборочные единицы для комплектации машин, комплексов»). Номенклатура показателей надежности: удельная суммарная продолжительность ремонтов и обслуживания, средний ресурс до капитального ремонта [9].

Надежность пневмомоторов различных типоразмеров характеризуется следующими данными.

Пневмомоторы ДАР-5 (ДАР-5Б). Пневмомоторы, изготовленные опытным заводом НИПИГормаш особых нареканий со стороны эксплуатационников не вызывают. Нарботка их в автоподатчиках бурильных установок 2УБН-2 и 2УБН-2П составляет более 1000 ч; отдельные двигатели имеют наработку более 3000 ч. В приводе маслостанции наработка на отказ не превышает 500 ч. Основные отказы связаны с поломкой сепараторов подшипников.

Пневмомоторы выпускаемые Дарасунским заводом горного оборудования, имеют значительно более низкие показатели надежности.

Так наработка на отказ в автоподатчиках тех же буровых кареток не превышает 350...400 ч. Отказы связаны с износом латунных штифтов в канавках поршней, с проворотом и поломкой поршневых колец, с разрывом поршней (слабоват алюминиевый сплав), с ненадежностью фиксации пальцев от поворота и в осевом направлении и др. отказами. Пневмомоторы завода в отдельных случаях не развивали паспортных значений мощности и крутящего момента.

Пневмомотор ДАР-14М является самым распространенным из семейства акси-

ально-поршневых реверсивных пневмомоторов. Настойчивая деятельность проектировщиков, изготовителей и эксплуатационников на протяжении многих лет позволила существенно повысить надежность и долговечность пневмомоторов. Сейчас не наблюдаются такие, ранее широко распространенные отказы, как распрессовка металлических или резиновых заглушек, скалывание кулачкового диска ротора, появление в нем трещин, заклинивание поршней и т.д. По данным наблюдений за эксплуатацией пневмомоторов были получены следующие показатели надежности (таблица 1):

Показатели надежности

Таблица 1

Показатели	Буровой станок НКР-100МП	Колонковая бу- рильная установка КБУ
Количество машин	13	9
Наработка на отказ в машиночасах		
минимальная	34	295
максимальная	2660	1345
средняя	1000	857
Наработка на отказ в метрах пробуренных скважин		
минимальная	200	1420
максимальная	14624	4935
средняя	4944	3910

Наименьшая наработка на отказ пневмомотора установленного на проходческом вагоне ВПК-7 составляла 37 часов, на погрузочной машине ППН-2Г - 456 часов или 586 пог.м. выработки.

Пневмомоторы ДАР-30М. По сведениям Богословского рудоуправления некоторые пневмомоторы, эксплуатирующиеся в условиях шахты «Старопесчанская» выходили из строя через 24...164 часа, что значительно ниже установленного техническими условиями, равного 620 часам.

Анализ причин отказов пневмомоторов показал, что 80% отказов наступило из-за разрушения поршней, 12% - кулачкового диска ротора, 4% - пластмассовых заглушек цилиндров, 4% - из-за выпадания донышка поршня.

Известны также отдельные случаи отказов пневмомоторов, связанные с ненадежностью стопарения поршневых пальцев. Так на одном из пневмомоторов через 98 часов работы сместившимися поршневыми пальцами протерло канавки в цилиндрах.

Проведенными конструктивными и технологическими мероприятиями удалось существенно повысить надежность пневмомоторов всех типо-размеров и уверенно говорить о потенциальной возможности доведения их ресурса до 1700...2000 часов.

Особо следует остановиться на параметрической надежности двигателей, которая может быть оценена по средней и средней квадратической величине мощности, полного и удельного расхода воздуха (таблица 2).

Существенный разброс показателей связан, по-видимому, с несовершенством системы газораспределения.

Параметрическая надежность двигателей

Таблица 2

Параметры	ДАР-5	ДАР-14М
Выборка, шт	160	144
Мощность, кВт:		
Среднее значение	3,50	10,2
Среднее квадратичное значение	0,18	0,55
Расход воздуха, м ³ /ч		
Среднее значение	298	725
Среднее квадратичное значение	30	50
Удельный расход воздуха м ³ /(мин.кВт)		
Среднее значение	1,45	1,20
Среднее квадратичное значение	0,225	0,15

Таким образом, краткий обзор показателей надежности пневмоторов позволяет прийти к двум важным выводам. Во-первых, наблюдается значительный разброс таких показателей надежности, как наработка на отказ, ресурс и т.д. Это связано с тем, что не удастся добиться стабильности технологических процессов изготовления. И, Во-вторых, нарушение стабильности технологии и недостаточный технологический контроль, приводит к низкой, приводит к низкой воспроизводимости системы газораспределения и, в итоге, к низкой параметрической надежности.

Библиографический список

1. Таугер М.Б. Об эффективности некоторых способов снижения шума пневмоторов ДАР. /Сб.трудов НИПИГормаша: Горные машины. Конструкция, расчет и исследование горных машин. Вып. 20. Под ред.докт.техн. наук Д.Т.Анкудинова, Свердловск, 1991, с. 204-210.
2. Раевская Л.Т. Сечение поршня и расчет напряжений./ Л.Т. Раевская. Вестник ИЖГТУ. N 2(46), 2010, с. 4-7, Ижевск.
3. Анкудинов Д.Т. Влияние числа и схемы установки поршней пневмоторов типа ДАР на их параметры. / Д.Т. Анкудинов, Л.Т. Раевская, М.Б. Таугер. Пневматика и гидравлика. Приводы и системы управления. /Сб.научных статей. Вып.15. Под общ. ред.докт.техн.наук Е.В. Герц-М.:Машиностроения,1990 –с.14-24.
4. Анкудинов Д.Т. Динамическая нагруженность многоцилиндровых аксиально-реверсивных пневмоторов./ Д.Т. Анкудинов, Л.Т. Раевская, М.Б. Таугер. Пневматика и гидравлика./ Всесоюзное совещание. Суздаль, апрель 1990. Тезисы докладов. Часть I - М.,1990, с.40-41
5. Раевская Л.Т. Нагруженность аксиально-поршневых пневмоторов. / Л.Т. Раевская, Д.Т. Анкудинов. Формирование лесного регионального кластера: социально-экономические и экологические проблемы и перспективы лесного комплекса/ Материалы VIII Междунар. Научн.-техн. Конф.-Екатеринбург; УГЛТУ. - 2011. с.18-20.
6. Гилев П.А. Рациональная геометрия конструкции./ П.А. Гилев, Л.Т. Раевская. Научное творчество молодежи-лесному комплексу России.: матер.V всерос. науч.-техн. конф. /Урал. гос. лесотехн. ун-т.- Екатеринбург,2009. Ч1, , с.348-349.
7. Раевская Л.Т. Характеристики вибраций деталей пневмодвигателя./ Л.Т. Раевская. Вестник ИжГТУ №2 (58), 2013, с.16-19, Ижевск.
8. Ламанов Ю.М. К номенклатуре показателей надежности изделий конструкции инсти-

туда. / Ю.М. Ламанов, Г.Т. Бабилова. Горные машины. Конструкция, расчет и исследование. /Сб. трудов НИПИГормаша. Под ред. к.т.н. П.А. Корлякова и к.т.н. В.Я. Заслова - Свердловск, 1982, с.140-144.

9. Российская Федерация. Государственный стандарт от 01 января 2011 года № ГОСТ Р 27.002-2009 Надежность в технике. Термины и определения.

УДК 674.914:674.338

В. В. Раповец, А. А. Гришкевич (БГТУ, Минск, РБ)

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПЕРИОДА СТОЙКОСТИ ДВУХЛЕЗВИЙНЫХ НОЖЕЙ С ТВЕРДЫМ СПЛАВОМ ПРИ ОБРАБОТКЕ ДРЕВЕСИНЫ НА ФРЕЗЕРНО-БРУСУЮЩИХ СТАНКАХ

В статье содержатся результаты экспериментальных исследований периода стойкости двухлезвийных ножей новых составных конструкций, оснащенных металло-керамическими твердыми сплавами вольфрамокобальтовой группы при агрегатной обработке бревен на фрезерно-брусующих станках. Подтверждена целесообразность оснащения режущего инструмента фрезерно-брусующих станков твердыми сплавами.

Введение. В настоящее время в деревообрабатывающей промышленности наряду с натуральной древесиной различных пород применяют труднообрабатываемые древесные материалы: древесностружечные и древесноволокнистые плиты, древесно-слоистые пластики, фанеру, мебельный щит и др. Наличие синтетических связующих, органических и минеральных наполнителей приводит к тому, что обработка этих материалов инструментом из инструментальных легированных сталей малоэффективна и не всегда является экономически оправданной. Для обработки таких древесных материалов применяют цельный, составной или сборный режущий инструмент, оснащенный твердым сплавом [1, 2].

Твердые сплавы представляют собой тугоплавкие, износостойкие материалы повышенной твердости. Они имеют условное деление на металлокерамические и литые сплавы. Такое деление обусловлено назначением, составом, физико-химическими свойствами и технологией изготовления. Металлокерамические твердые сплавы получают методом порошковой металлургии. Основой сплавов являются зерна карбидов вольфрама, титана, тантала и в качестве связки чаще используется кобальт. Процесс изготовления металлокерамических твердых сплавов включает следующие основные операции: смешивание порошков карбидов и связующего, прессование с получением заготовок необходимых формы и размеров, спекание сформированных заготовок при высокой температуре в защитных средах [7].

Для изготовления различного по назначению дереворежущего инструмента широко применяют вольфрамокобальтовые твердые сплавы, так как они обладают достаточной износостойкостью и более высокими физико-механическими свойствами по сравнению с инструментальными легированными сталями [3].

Традиционно режущий инструмент фрезерно-брусующих станков изготавливают из различных инструментальных сталей, например углеродистой стали У8А, инструментальных легированных сталей 6ХС и 9ХС повышенной прокаливаемости, применяются высоколегированные стали марок 4Х5МФ, 55Х6В3СМ и 55Х7ВСМФ. Для фрезерно-брусующих станков также рекомендуются легированные инструментальные стали марок